

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

قسم / تخصص إدارة الأعمال

تأثير حلول الذكاء الاصطناعي على فعالية إدارة التكاليف بالتطبيق على شركات التشييد والبنية التحتية في المملكة
العربية السعودية – بالمنطقة الغربية

إعداد الطالب:

أحمد سعيد أحمد سلام

الرقم الجامعي / 261003157

إشراف:

د/الفيصل عبد الحميد محمد الحسن

د/ فايز جراد

العام الدراسي:

2026

حقوق الطباعة

حقوق الطباعة تمتلكها جامعة ميدأوشن، حيث ان جميع المواد والمحتويات الواردة في هذا البحث هي ملك للجامعة، ولا يجوز استخدامها أو إعادة نشرها وتوزيعها بدون إذن مسبق من جامعة ميدأوشن.

الباحث

المخلص

يشهد قطاع التشييد والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية، وفي المنطقة الغربية على وجه الخصوص، توسعاً عمرانياً كبيراً ترافقه ميزانيات ضخمة وتحديات مالية متكررة، أبرزها تجاوز التكاليف الفعلية للميزانيات المعتمدة، وضعف دقة التقديرات المبدئية في مراحل ما قبل التصميم. ورغم بروز حلول الذكاء الاصطناعي كأداة واعدة لمعالجة هذه التحديات، لاحظ الباحث أن تبنيها الفعلي في بيئة المقاولات المحلية ما زال محدوداً، وأن الدراسات التي قاست عائدها في هذا السياق تكاد تكون نادرة.

من هنا جاءت هذه الدراسة بهدف رئيس هو التعرف على أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي على كفاءة إدارة المشاريع وفعالية إدارة التكاليف في شركات التشييد والبنية التحتية العاملة بالمنطقة الغربية، إضافة إلى الكشف عن المعوقات التنظيمية والتقنية والمالية التي تحد من هذا التبني.

اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي بمدخله الكمي، وجرى جمع البيانات عبر استبانة صُممت وفق مقياس ليكرت الخماسي، وزعت على عينة عشوائية طبقية قوامها (384) مفردة من العاملين ذوي الصلة بإدارة المشاريع والتكاليف في شركات المقاولات والجهات المالكة والمكاتب الاستشارية وشركات إدارة المشاريع، وعولجت البيانات إحصائياً باستخدام برنامج (SPSS).

ويؤمل أن تسهم نتائج الدراسة في تقديم توصيات عملية تساعد صناع القرار في القطاع على توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في ضبط التكاليف والحد من الانحرافات المالية، بما يتسق مع مستهدفات رؤية المملكة 2030.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، التحول الرقمي، إدارة التكاليف، إدارة المشاريع، قطاع التشييد، المنطقة الغربية.

كلمة شكر وتقدير

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، والصلاة والسلام على معلم البشرية الخير. أما بعد،

أتقدم بخالص الشكر الى أساتذتي بجامعة ميدأوشن

على ما قدموا من علم وعون.

أتقدم بخالص الشكر والتقدير وعظيم العرفان إلى كل من مدّ لي يد العون والمساندة، وأخص بالذكر أولئك الذين أناروا لي طريق البحث بالنصح والتوجيه السديد، ولم يخلوا عليّ بوقتهم أو علمهم.

زوجتي العزيزة وأولادي.

الى معلمي وملهمي ابي العزيز رحمه الله.

الى أُمي العزيزة ادام الله عليها الصحة والعافية.

كما يمتد شكري إلى كل من كان لي سنداً ودافعاً معنوياً طوال مسيرتي. أسأل الله العليّ القدير أن يجزيهم عني خير الجزاء، وأن يوفقهم لما يحبه وجرصاه، وأن يجعل هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم.

فهرس المحتويات

i.....	حقوق الطباعة.....
ii.....	الملخص.....
iii.....	كلمة شكر وتقدير.....
iv.....	فهرس المحتويات.....
vi.....	قائمة بالجداول.....
i.....	قائمة بالأشكال.....
ii.....	قائمة بالمصطلحات.....
iii.....	قائمة بالاختصارات.....
1.....	الفصل الأول: الإطار العام للدراسة.....
1.....	1-1 مقدمة:.....
4.....	1-2 مشكلة الدراسة.....
5.....	1-3 أهمية الدراسة.....
5.....	أ- الأهمية العلمية.....
5.....	ب- الأهمية التطبيقية.....
6.....	1-4 أهداف الدراسة.....
6.....	الهدف العام:.....
6.....	الأهداف الخاصة:.....
7.....	1-5 تساؤلات الدراسة.....
7.....	التساؤل الرئيسي:.....
7.....	التساؤلات الفرعية:.....
7.....	1-6 فروض الدراسة.....
8.....	الفرضيات الفرعية:.....
8.....	1-7 نموذج الدراسة.....
9.....	1-8 الدراسات السابقة.....
19.....	9-1 المنطلقات النظرية للدراسة.....
22.....	10-1 المنهجية وطرق البحث.....
24.....	1-11 مجتمع وعينة الدراسة.....

26.....	أداة الدراسة.....	1-12
30.....	حدود الدراسة.....	1-13
33.....	استبانة الدراسة.....	
38.....	المراجع العربية.....	

قائمة بالجدول

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
جدول رقم 1	قائمة بالأشكال	i
جدول رقم 2	قائمة المصطلحات	ii
جدول رقم 3	قائمة الاختصارات	iii
جدول رقم 4	محاور الدراسة الأساسية	27
جدول رقم 5	أساليب الإحصاء التحليلي	28
جدول رقم 6	أساليب الإحصاء الوصفية	29

قائمة بالأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	رقم الصفحة
جدول رقم 1	متغيرات الدراسة	8

قائمة بالمصطلحات

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية / الاختصار	المسمى التعريفي (الدمج المفاهيمي والإجرائي للبحث)
حلول الذكاء الاصطناعي	Artificial Intelligence Solutions	الأنظمة والخوارزميات البرمجية التي تحاكي القدرات الذهنية للبشر (مثل أتمتة حساب الكميات، والتنبؤ المالي، وقراءة البيانات التاريخية)، والتي تعتمد عليها شركات التشييد في المنطقة الغربية لرفع دقة المؤشرات المالية والفنية، ويتقاس مستوى تبنيها عبر استجابات أفراد عينة الدراسة.
فعالية إدارة التكاليف	Cost Management Effectiveness	العملية المنهجية المتبعة لتخطيط، وتقدير، وضبط ميزانية المشروع لضمان إنجازه دون تجاوزات مالية (Cost Overruns). وتتجسد إجرائياً في قدرة الشركات على ضبط النفقات في مراحل ما قبل التصميم والتحكم الفعال في أوامر التغيير (Change Orders) أثناء التنفيذ الميداني.
شركات التشييد والبنية التحتية	Construction & Infrastructure Companies	الكيانات المؤسسية (المقاولون المصنفون والمكاتب الاستشارية الهندسية) المسؤولة عن تصميم وتخطيط وتنفيذ المشاريع الإنشائية والمدنية الكبرى، والمستهدفة ميدانياً في هذه الدراسة ضمن النطاق الجغرافي للمنطقة الغربية بالمملكة العربية السعودية.
نمذجة معلومات البناء	Building Information Modeling (BIM)	تكنولوجيا هندسية تعتمد على توليد وإدارة تمثيل رقمي ثلاثي الأبعاد للخصائص الفيزيائية والوظيفية للمنشأ. وتعرف إجرائياً في البحث بأنها قاعدة البيانات الرقمية التي تتكامل مع خوارزميات الذكاء الاصطناعي لرفع دقة استخراج الكميات وتقدير الكلف بشكل لحظي.
معهد إدارة المشاريع	Project Management Institute (PMI)	المؤسسة العالمية الرائدة عالمياً لوضع معايير ومنهجيات ممارسات إدارة المشاريع. ويتقصد بها في هذه الدراسة النمط التقليدي التنبؤي (المرجعية المهنية التي تحلل نماذجها ملاءمتها عند دمج لمعرفة مدى Agile مقابل النمط الرشيق). خوارزميات التسعير الذكية.

قائمة بالاختصارات

اختصار	(Full English Term) اللفظ الكامل	المعنى بالعربية
AEC	Architecture, Engineering, and Construction	العمارة والهندسة والتشييد
AIC	Artificial Intelligence Capabilities	قدرات الذكاء الاصطناعي
AI	Artificial Intelligence	الذكاء الاصطناعي
ANOVA	Analysis of Variance	تحليل التباين الأحادي
BIM	Building Information Modeling	نمذجة معلومات البناء
BOQ	Bill of Quantities	جداول الكميات
BP	Business Performance	الأداء المؤسسي
BSC	Balanced Scorecard	بطاقة الأداء المتوازن
CA	Correspondence Analysis	تحليل المراسلات
CPI	Cost Performance Index	مؤشر أداء التكلفة
DQ	Data Quality	جودة البيانات
DNN	Deep Neural Network	الشبكات العصبية العميقة
MLC	Machine Learning Capabilities	قدرات تعلم الآلة
MLOps	Machine Learning Operations	عمليات تعلم الآلة
PESTEL	Political, Economic, Social, Technological, Environmental, Legal	تحليل العوامل (السياسية، الاقتصادية، الاجتماعية، التكنولوجية، البيئية، والقانونية)
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses	البنود المفضلة لإعداد تقارير المراجعات المنهجية والتحليلات البعدية
PLS-SEM	Partial Least Squares Structural Equation Modeling	نمذجة المعادلات الهيكلية بالمربعات الصغرى الجزئية
PMI	Project Management Institute	معهد إدارة المشاريع
PMO	Project Management Office	مكتب إدارة المشاريع
P3M3	Portfolio, Programme, Project Management Maturity Model	نموذج نضج إدارة المحافظ والبرامج والمشاريع
P3O	Portfolio, Programme, and Project Offices	مكاتب إدارة المحافظ والبرامج والمشاريع
R&D	Research and Development	البحث والتطوير
RBV	Resource-Based View	نظرية الموارد
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences	الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية
TOE	Technology-Organization-Environment Framework	إطار التقنية والتنظيم والبيئة

الفصل الأول: الإطار العام للدراسة.

1-1 مقدمة:

خلال السنوات الأخيرة، شهد العالم تغيرات سريعة تجاوزت في أثرها وماهيتها ما عرفته الأسواق والصناعات في العقود الماضية، وهو ما أثر مباشرة في قدرة المؤسسات على الاستمرار والنمو داخل بيئات عملها التقليدية. وفي ظل هذه الظروف التي تحمل الكثير من المخاطر التقنية والاقتصادية، لم تعد قطاعات التشييد والبنية التحتية أمامها خيارات كثيرة سوى الاستعداد المبكر للمستقبل من خلال بناء خطط استراتيجية قوية، تركز على تحسين الأداء التشغيلي والتكنولوجي والمالي في الوقت نفسه، باعتبار ذلك الطريق الأهم لضمان الاستمرارية والصمود. ومن خلال المتابعة الميدانية لعدد من المشاريع الإنشائية في المنطقة الغربية، يلاحظ الباحث أن الفجوة ما زالت قائمة بوضوح بين حجم الاستثمارات الكبيرة وبين الأدوات التقليدية المستخدمة في إدارة تكاليفها. وينطبق هذا الأمر على مختلف الجهات الفاعلة في هذا القطاع الحيوي، مثل شركات المقاولات والإنشاءات الكبرى، والجهات المالكة، والمكاتب الاستشارية، وشركات إدارة المشاريع؛ إذ لن يكون بإمكان هذه الجهات تحقيق التميز أو الحفاظ على بقائها ما لم تمتلك رؤية واضحة، وأهدافاً محددة، وخططاً رقمية قادرة على تحويل تلك الرؤية إلى واقع ملموس.

ومن هذا المنطلق، يمكن النظر إلى تطبيقات الذكاء الاصطناعي وحلوله في بيئة التشييد باعتبارها دمجاً بين الخوارزميات الذكية، والأنظمة المؤتمتة، وتحليل البيانات الضخمة في مختلف مراحل دورة حياة المشروع، بدءاً من التخطيط والتنبؤ المالي وحساب الكميات، وصولاً إلى التنفيذ والرقابة. ويلاحظ الباحث في هذا السياق أن التكامل بين تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) وخوارزميات الذكاء الاصطناعي أصبح من أبرز الاتجاهات الحديثة في هذا المجال، إذ توفر نماذج BIM قاعدة بيانات هندسية ومالية غنية يمكن لخوارزميات التعلم الآلي استثمارها لرفع دقة استخراج الكميات وتقدير التكاليف بشكل آلي شبه لحظي، وذلك بهدف حماية تكلفة المشروع، وخفض نسب الهدر والانحرافات المالية، وخلق قيمة مضافة للمساهمين والمستثمرين على حد سواء. وتشكل هذه التقنيات اليوم عنصراً جوهرياً وأفقاً جديداً في إدارة مشروعات المؤسسات، ويتولى توجيهها وتنفيذها مجالس الإدارة، ومديرو المشاريع، والمهندسون بمختلف تخصصاتهم، سواء في الجوانب الفنية أو في مجالات الكلف والتسعير. ويستدعي هذا التحول الرقمي رؤية استراتيجية شاملة تأخذ في الحسبان المخاطر الفنية والمالية معاً، وتقدر أثر الحلول الذكية والأتمتة في قدرة المنظمة الإنشائية على تحقيق أهدافها الزمنية

والمالية، وضبط ميزانياتها بدقة أكبر؛ وهو ما يفرض على المنظمات تحديد مستوى مناسب من الرشاقة الرقمية والجاهزية التقنية، بوصفه ركيزة أساسية في صياغة القرار الاستراتيجي، وعملية متجددة ينبغي أن تكون جزءاً أصيلاً من إدارة المشاريع الحديثة. ويرى الباحث أن هذا التحول لا يقتصر أثره على الجانب التقني فحسب، بل يمتد أيضاً إلى طريقة تفكير مديري المشاريع أنفسهم عند تقييم الجدوى المالية قبل اتخاذ القرار.

وقد دفعت هذه التحولات الرقمية منظمات الأعمال الهندسية إلى إعادة النظر في أهمية الممارسات التقنية والابتكارية بوصفها وسيلة لتحقيق أهداف المشاريع والغاية من وجود هذه المنظمات، سواء من حيث الكفاءة التشغيلية أو الكفاءة المالية، وذلك عبر استثمار الكفاءات الجوهرية والحلول الذكية المتاحة، ضمن منهج فكري يضمن الانسجام بين العمليات الرقمية والعنصر البشري من مهندسين وفنيين ومالين في مواقع التشييد. ويسهم هذا التكامل في تقليل أخطاء التنفيذ اليدوي والهدر المالي الناتج عن أساليب التقدير التقليدية، وتحقيق رضا العملاء والملاك، بما يعزز بقاء المنظمة الإنشائية وتنافسيتها. ويشير الباحث هنا إلى أن معهد إدارة المشاريع (PMI) يميز بين نمطين رئيسين لإدارة المشاريع، هما النمط التقليدي (التبوي) القائم على تخطيط مسبق للتكاليف والجدول الزمني، وهو النمط المطبق في معظم المشاريع الإنشائية الحالية ومشاريع البنية التحتية، والنمط الرشيق (Agile) القائم على المرونة والتكرار المستمر، وهو النمط الأكثر شيوعاً في مشاريع تقنية المعلومات. ويكتسب هذا التمييز أهمية خاصة عند دراسة أثر الذكاء الاصطناعي على إدارة التكاليف. ويسهم هذا كله في تعزيز بقاء المنظمة الإنشائية وتنافسيتها، بل وتحويلها إلى كيان أكثر استدامة يسهم في بناء مدن ذكية وبنية تحتية مرنة تخدم غايات المجتمع بجدوى اقتصادية عالية. ويقود النهج الاستراتيجي القائم على تبني خوارزميات الذكاء الاصطناعي منظمات التشييد نحو التغيير المنشود، المستند إلى رؤية تكنولوجية بعيدة المدى، تترجم من خلالها إمكاناتها وقدراتها في رسم المسار المستقبلي لمشاريعها من حيث الأداء والربحية والتكلفة على حد سواء.

ويعد رأس المال البشري الهندسي والتقني مورداً ذا قيمة سوقية عالية، شأنه شأن بقية الموارد، كما تعد القيادة الرقمية ضمن الفكر الإداري الهندسي جزءاً أصيلاً من هذا الرأس المال البشري. فالقيادة الاستراتيجية للتحول الرقمي تمثل منظومة متكاملة من الممارسات ذات الأبعاد الإدارية والإنسانية والتكنولوجية، تتكامل في سياق واحد من خلال التأثير في فرق العمل ودفعها نحو تبني حلول الأتمتة والذكاء الاصطناعي في التنفيذ وإدارة التكاليف على حد سواء، مع تعزيز قبول هذه الفرق لهذه

الأدوات وإدراكها لكفاءتها، عبر سلوك قيادي إيجابي يقوم على الإلهام والتطوير والابتكار، بما يدفع العاملين إلى التحول الرقمي طوعاً لا قسراً.

ولم تعد مواجهة التغيرات الميدانية التقليدية والاستجابة التقليدية لها كافية لضمان استمرار أعمال منظمات التشييد، في ظل تعقد المشهد التنافسي والهندسي الذي أصبح فيه التغير التكنولوجي هو الثابت الوحيد. وقد دفع هذا الواقع شركات إدارة المشاريع إلى ضرورة التفوق على منافسيها من خلال امتلاك ما يمكن تسميته بالخبرة التنافسية الرقمية، وهي الطريقة التي تمكن المنظمة من تحقيق الأسبقية عبر إيجاد أساليب وتقنيات جديدة لخفض التكاليف، وأتمتة حساب الكميات، وتحليل مخاطر الأسعار، والوصول إلى الأسواق المستهدفة، وتحقيق الأفضلية داخل الصناعة الإنشائية نفسها. كما تؤكد مفاهيم المنظمات الدولية المعنية بإدارة المشاريع أهمية اتباع منهجية إدارية علمية حديثة، ورؤية عالمية تمارس في قطاعات التشييد، تقوم على سلوكيات القادة، واستيعاب الثقافات الرقمية، واستراتيجيات تنافسية مبنية على النمذجة والأتمتة وإدارة التكاليف الرقمية، والاستثمار في الموارد البشرية والمالية لامتلاك المقدرات الجوهرية، إلى جانب الرقابة الافتراضية على المشاريع وميزانياتها عبر أنظمة الذكاء الاصطناعي والتنبؤ المالي، وصولاً إلى تسليم المشاريع بكفاءة تشغيلية واقتصادية عالية تلبي تطلعات العميل.

ويرى الباحث أن نجاح هذا التكامل يتوقف بدرجة كبيرة على النضج المؤسسي للشركة ذاتها، إذ يوفر نموذج (P3M3) الصادر عن مؤسسة AXELOS معياراً معتمداً لتحديد مستوى وعي المنظمة ونضجها في إدارة محافظها وبرامجها ومشاريعها عبر مستويات متدرجة، بينما يحدد إطار (P3O) الهيكل التنظيمي الأنسب لمكتب إدارة المشاريع بحسب درجة التحكم المطلوبة. ووفق هذا المنظور، لا يدخل الذكاء الاصطناعي بوصفه حلاً تقنياً منفصلاً، بل باعتباره أحد الممكّنات التي تتوزع أدوارها عبر مختلف مراحل دورة حياة المشروع، بدءاً من مرحلة ما قبل التصميم وتقدير الجدوى، مروراً بالتخطيط والتنفيذ، وانتهاءً بالرقابة والإغلاق، بما يتناسب مع مستوى النضج المؤسسي القائم.

ومما سبق، ونظراً للأهمية البالغة التي يحتلها قطاع التشييد والبنية التحتية في تحقيق التنمية الاقتصادية الشاملة في المملكة العربية السعودية، وتحديداً في المشاريع الحيوية الجارية في المنطقة الغربية، إضافة إلى ما يواجهه هذا القطاع من تحديات تشغيلية ومالية متزايدة، تتمثل في تجاوز الميزانيات، وتذبذب أسعار المواد، وكثرة أخطاء التنفيذ الناتجة عن الأساليب التقليدية، وهي تحديات تهدد نجاح المشاريع واستمراريتها؛ جاءت هذه الدراسة للتعرف على أثر استخدام تطبيقات

الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي في كفاءة إدارة المشاريع والتشييد والبنية التحتية، وفعالية إدارة التكاليف تحدياً، بالتطبيق على شركات التشييد والبنية التحتية العاملة في المملكة العربية السعودية بالمنطقة الغربية.

2-1 مشكلة الدراسة

تعيش المملكة العربية السعودية، وتحديداً المنطقة الغربية، طفرة عمرانية متسارعة ترافقها مشاريع بنية تحتية ضخمة وميزانيات مليارية، ومع تضخم حجم هذه المشاريع وتعقيداتها، تتصاعد التحديات المرتبطة بإدارة التكاليف وضبط النفقات كعامل حاسم لضمان استمرار وربحية الشركات المنفذة.

إلا أن المشكلة الحقيقية التي تلمسها هذه الدراسة تنبع من الواقع العملي والميداني؛ فبالرغم من هذا الحراك الهائل، لا تزال شريحة واسعة من الشركات تعتمد على ممارسات تقليدية وأدوات شبه يدوية في تقدير وحساب التكاليف وتقدير المدد الزمنية وتقدير معدلات المخاطر. تبدأ جذور هذه المشكلة مبكراً من مراحل ما قبل التصميم (Pre-Design)، وهي المرحلة الأهم التي يتبنى عليها قرار الاستثمار وترصد فيها الميزانيات التقديرية. ومع غياب أدوات التنبؤ المالي الذكية، تعجز الأساليب البشرية عن تحليل البيانات التاريخية المتراكمة أو استيعاب تقلبات السوق المفاجئة، مما ينتج عنه دراسات جدوى وميزانيات مبدئية ضعيفة وتفتقر للدقة.

ولا يتوقف هذا القصور عند البدايات، بل يمتد كأثر تراكمي متسلسل ليؤثر على مرحلة التصميم والطرح، متسبباً في أخطاء بشرية متكررة أثناء إعداد جداول الكميات (BOQ)، وهو ما يعكس ضعف الاستفادة الفعلية من تكامل نماذج BIM مع أدوات الذكاء الاصطناعي رغم توافرها نظرياً، لتظهر المشكلة في النهاية على أرض الواقع أثناء مرحلة التنفيذ، في صورة أوامر تغيير متلاحقة، وانحرافات مالية حادة، وتجاوزات ضخمة للتكاليف الفعلية (Cost Overruns) تلتهم هوامش الربح. ورغم أن حلول الذكاء الاصطناعي برزت مؤخراً كطوق نجاة لأتمتة هذه العمليات، ورفع دقة التنبؤ، وإحكام الرقابة المالية، إلا أن هناك فجوة واضحة تتمثل في ضعف التنبؤ الفعلي لهذه التقنيات، وغياب الدراسات التي تقيس بدقة حجم العائد من تطبيقها في بيئة المقاولات المحلية. الأمر الذي دفع الدراسة الحالية إلى محاولة الإجابة عن التساؤل الرئيس التالي:

ما أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي على كفاءة إدارة المشاريع وفعالية إدارة التكاليف في شركات التشييد والبنية التحتية العاملة بالمنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية؟

3-1 أهمية الدراسة

أ- الأهمية العلمية

تكتسب هذه الدراسة أهميتها العلمية من كونها تسعى إلى إثراء المعرفة النظرية في مجال تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي، وربطها بحقل إدارة المشاريع وإدارة التكاليف في قطاع التشييد والبنية التحتية، وهو ربط لا يزال محدوداً في المنطقة العربية والمحلية مقارنة بما هو متوفر في البيئات الغربية والآسيوية. كما تسهم الدراسة في سد فجوة معرفية قائمة تتعلق بندرة الأبحاث التي تناولت أثر حلول الذكاء الاصطناعي على فعالية إدارة التكاليف تحديداً، بوصفها أحد أبرز محددات نجاح المشاريع الإنشائية، دون الاكتفاء بتناول الأداء التشغيلي أو الزمني فقط كما هو شائع في كثير من الدراسات السابقة. علاوة على ذلك، تقدّم هذه الدراسة إطاراً نظرياً متكاملًا يربط بين متغيرات التحول الرقمي، وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، وكفاءة إدارة المشاريع، وفعالية إدارة التكاليف، بما يمكن أن يشكل قاعدة انطلاق لدراسات مستقبلية تتناول هذه العلاقات في سياقات وقطاعات أخرى، كما تنطلق هذه الدراسة من إدراكها لأهمية النضج المؤسسي) كما تناولته أطر عالمية مثل P3M3 و P3O الصادرتين عن مؤسسة (AXELOS) كعامل سياقي مؤثر في نجاح تبني التقنيات الذكية، وإن كان قياسه التفصيلي يخرج عن النطاق الموضوعي المحدد لهذه الدراسة.

ب- الأهمية التطبيقية

تتبع الأهمية التطبيقية لهذه الدراسة من طبيعتها الميدانية التي تستهدف شركات التشييد والبنية التحتية العاملة فعلياً في المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية، إذ يتوقع أن تسفر نتائجها عن تقديم توصيات عملية لمجالس الإدارات ومديري المشاريع حول كيفية توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في ضبط التكاليف والحد من الانحرافات المالية. كما تساعد نتائج هذه الدراسة الجهات المالكة والمكاتب الاستشارية وشركات إدارة المشاريع على اتخاذ قرارات استراتيجية مبنية على أدلة واقعية بشأن مدى جدوى الاستثمار في حلول الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي، بدلاً من الاعتماد على الانطباعات أو التجارب المحدودة. وتتصل هذه الدراسة أيضاً بتوجهات رؤية المملكة العربية السعودية 2030 الرامية إلى تعزيز الرقمنة والابتكار في القطاعات الاقتصادية الحيوية، بما فيها قطاع التشييد والبنية التحتية، وبذلك يمكن أن تسهم نتائجها في دعم صانعي السياسات على المستويين المؤسسي والقطاعي في وضع أطر استرشادية لتبني التقنيات الذكية. وأخيراً، يمكن الاستفادة من أداة الدراسة ونتائجها في تطوير أدوات قياس وتقييم لاحقة تمكن الشركات من تقدير جاهزيتها الرقمية ومستوى نضج ممارساتها في إدارة التكاليف باستخدام الذكاء الاصطناعي.

1-4 أهداف الدراسة

الهدف العام:

تهدف هذه الدراسة بشكل رئيس إلى التعرف على أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي على كفاءة إدارة المشاريع وفعالية إدارة التكاليف في شركات التشييد والبنية التحتية العاملة بالمنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية.

الأهداف الخاصة:

1. التعرف على مستوى تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي وحلول التحول الرقمي في شركات التشييد والبنية التحتية العاملة بالمنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية، ومدى تفاوت هذا المستوى تبعاً لخصائصها التنظيمية (كحجم الشركة، وطبيعة النشاط، وسنوات الخبرة).
2. قياس أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي على كفاءة إدارة المشاريع، من حيث الأداء الزمني والتشغيلي، في الشركات محل الدراسة.
3. تقييم أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على فعالية إدارة التكاليف عبر مراحل المشروع المختلفة (بدءاً من دقة التنبؤ المالي في مرحلة ما قبل التصميم Pre-Design، مروراً بدقة إعداد جداول الكميات BOQ في مرحلة التصميم والطرح، وصولاً إلى ضبط التكاليف Control Cost أثناء التنفيذ)، من حيث دقة التقدير المالي، وضبط الميزانيات، والحد من الانحرافات والهدر المالي.
4. الكشف عن أبرز المعوقات التنظيمية والتقنية والمالية التي تحدّ من تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة تكاليف المشاريع بالمنطقة الغربية.
5. تقديم إطار مقترح أو مجموعة من التوصيات العملية لتعزيز توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع وضبط التكاليف بشركات التشييد والبنية التحتية.

1-5 تساؤلات الدراسة

التساؤل الرئيسي:

ما أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي على كفاءة إدارة المشاريع وفعالية إدارة التكاليف في شركات التشييد والبنية التحتية العاملة بالمنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية؟

التساؤلات الفرعية:

- 1-1 ما مستوى تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي وحلول التحول الرقمي في شركات التشييد والبنية التحتية بالمنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية؟
- 2-1 ما أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي على كفاءة إدارة المشاريع (من حيث الأداء الزمني والتشغيلي) في الشركات محل الدراسة؟
- 3-1 ما أثر حلول الذكاء الاصطناعي على فعالية إدارة التكاليف، من حيث دقة التقدير المالي، وضبط الميزانيات، والحد من الانحرافات والهدر المالي؟
- 4-1 ما أبرز المعوقات التنظيمية والتقنية والمالية التي تحدّ من تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي في شركات التشييد والبنية التحتية بالمنطقة الغربية؟
- 5-1 ما أبرز الملامح التي يمكن أن يتضمنها إطار مقترح أو مجموعة من التوصيات العملية لتعزيز توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع وضبط التكاليف بشركات التشييد والبنية التحتية؟

1-6 فروض الدراسة

أ- الفرضية الرئيسية:

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي على كفاءة إدارة المشاريع وفعالية إدارة التكاليف في شركات التشييد والبنية التحتية العاملة بالمنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية.

الفرضيات الفرعية:

H1: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي على كفاءة إدارة المشاريع (الأداء الزمني والتشغيلي) في الشركات محل الدراسة.

H2: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي على فعالية إدارة التكاليف (دقة التقدير المالي، وضبط الميزانيات، والحد من الانحرافات والهدر المالي) في الشركات محل الدراسة.

H3: توجد فروق ذات دلالة إحصائية في مستوى تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي بين شركات التشييد والبنية التحتية بالمنطقة الغربية تعزى إلى المتغيرات الديموغرافية/التنظيمية (مثل حجم الشركة، أو طبيعة النشاط، أو سنوات الخبرة).

H4: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين مستوى مواجهة المعوقات التنظيمية والتقنية والمالية وبين درجة فعالية تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع وضبط التكاليف.

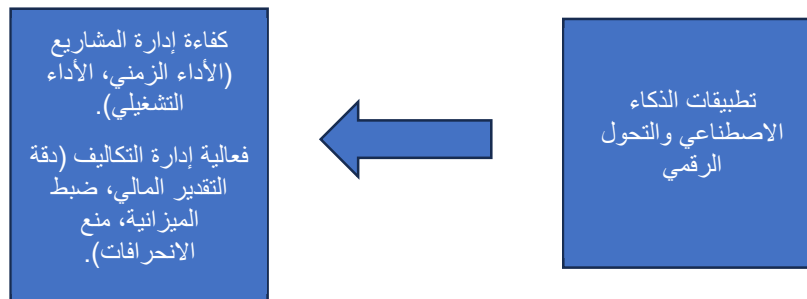
الفرضية الصفرية (لكل فرضية فرعية أعلاه):

لا يوجد أثر/علاقة ذات دلالة إحصائية (عند مستوى دلالة 0.05) بين المتغيرات المذكورة في كل فرضية على حدة

7-1 نموذج الدراسة

- المتغير المستقل: استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي.
- المتغيرات التابعة:

1. كفاءة إدارة المشاريع (الأداء الزمني والتشغيلي).
2. فعالية إدارة التكاليف (دقة التقدير، ضبط الميزانية، الحد من الانحرافات).



شكل رقم 1 متغيرات الدراسة

8-1 الدراسات السابقة

أولاً: الدراسات العربية والإقليمية

1. دراسة (الثمالي، 2025)، بعنوان أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على كفاءة أعمال الرسم الهندسي: دراسة تطبيقية على المكاتب الاستشارية الهندسية في المملكة العربية السعودية

- هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على كفاءة أعمال الرسم الهندسي في المكاتب الاستشارية الهندسية من حيث سرعة الإنجاز، ودقة الرسومات، وجودة المخرجات، وتقليل الأخطاء التشغيلية .
- استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، واعتمدت على الاستبيان كأداة رئيسة لجمع البيانات من عينة من العاملين في المكاتب الاستشارية الهندسية في المملكة العربية السعودية، وتم تحليل البيانات باستخدام برنامج (SPSS).
- توصلت الدراسة إلى وجود أثر إيجابي ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على كفاءة أعمال الرسم الهندسي، حيث أسهم ذلك في تسريع إنجاز الأعمال، وتحسين دقة الرسومات، وتقليل الأخطاء التشغيلية، ورفع جودة المخرجات الفنية .
- وأوصت الدراسة بضرورة تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في المكاتب الاستشارية الهندسية، وتعزيز برامج التدريب المستمر للعاملين، وتطوير البنية الرقمية بما يحقق الاستفادة القصوى من تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

2. دراسة (الدوسري ، 2025)، بعنوان أثر استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة تخطيط المشاريع: دراسة حالة على الشركة الوطنية للإسكان في المملكة العربية السعودية

- هدفت الدراسة إلى التعرف على مفهوم أدوات الذكاء الاصطناعي وتخطيط المشاريع واتخاذ القرار، والوقوف على مدى وعي الموظفين بتقنيات الذكاء الاصطناعي، ومعرفة دوره في تحسين تخطيط المشاريع، والتعرف على أثره على اتخاذ القرار .

- اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتمثل مجتمعها في موظفي الشركة الوطنية للإسكان ممن لهم علاقة مباشرة أو غير مباشرة بتخطيط المشاريع، وبلغت العينة (القصدية) 40 فرداً، باستخدام استبيان من 24 عبارة موزعة على ثلاثة محاور، وحلت البيانات ببرنامج SPSS .
- توصلت الدراسة إلى أن مستوى وعي الموظفين بتقنيات الذكاء الاصطناعي جاء متوسطاً (بمتوسط عام 2.80)، وأن دوره في تحسين التخطيط جاء متوسطاً مائلاً للارتفاع (بمتوسط 3.02)، بينما جاء أثره على اتخاذ القرار في مستوى متوسط (بمتوسط 2.84)، مع وجود فجوة واضحة بين الفجوة النظرية بقدرات الذكاء الاصطناعي ومستوى تطبيقه الفعلي في قرارات التخطيط.
- وأوصت الدراسة بتنفيذ برامج تدريبية مستمرة، ورفع مستوى التوعية المؤسسية، وتطوير أنظمة ذكاء اصطناعي لتحليل البيانات التاريخية للمشاريع، وإنشاء منصات ذكاء اصطناعي داخلية لدعم متخذي القرار .

3. دراسة (القحطاني، 2025)، بعنوان أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في متابعة إدارة المشاريع في المؤسسات السعودية

- هدفت الدراسة إلى تقصي أثر توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في متابعة إدارة المشاريع داخل السياق المؤسسي السعودي، من خلال اختبار العلاقة بين الأبعاد التمكينية للذكاء الاصطناعي (الإمكانات البشرية، والمادية، والفنية) ومراحل المتابعة الرئيسة (التخطيط، التنفيذ، المراقبة والإغلاق).
- اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، باستخدام استبيان إلكتروني محكم على عينة طبقية عشوائية بحجم نظري 341 مفردة، وبلغ العدد الصافي بعد التنقية 302 استبيان صالح، بمقياس ليكرت الخماسي (27 فقرة)، وسجلت ثباتاً مرتفعاً (ألفا كرونباخ الكلي = 0.87، صدق تقديري ≈ 0.93). واستخدمت الإحصاءات الوصفية وارتباط بيرسون والانحدار البسيط والمتعدد وتحليل التباين الأحادي (ANOVA) واختبار (T-Test) عبر SPS.
- توصلت الدراسة إلى وجود أثر موجب ودالٍ إحصائياً للذكاء الاصطناعي على مركب متابعة المشاريع ($R^2 \approx 0.41$)، (Sig.<0.001)، مع أعلى قدرة تفسيرية في مرحلة المراقبة/التحكم ($R^2 \approx 0.58$)، تلتها

التخطيط ($R^2 \approx 0.52$) ثم التنفيذ ($R^2 \approx 0.48$) ، وتقوّ البعد الفني ودور تمكيني للإمكانيات البشرية والمادية.

ولم تظهر فروق دالة تعزى للجنس، بينما ظهرت فروق لصالح الفئة العمرية (30-40) وحملة الدراسات العليا.

- وأوصت الدراسة باعتماد لوحات متابعة لحظية موحدة، ونماذج تنبؤية تدار بممارسة (MLOps)، وتنبيهات وإجراءات تصحيح معيارية ضمن إطار حوكمة بيانات ونماذج مسؤول، مع اقتراح بحوث طولية ونمذجة سببية متقدمة (SEM/PLS-SEM) ومقارنات قطاعية مستقبلية.

4. دراسة (سليمان، 2025)، بعنوان أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في دعم عملية اتخاذ القرار في إدارة المشاريع: دراسة ميدانية (تطبيقية) على عينة من مديري المشاريع في المملكة العربية السعودية

- هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في دعم عملية اتخاذ القرار في إدارة المشاريع داخل المؤسسات السعودية، في ظل التحول الرقمي ورؤية 2030.

- اعتمدت الدراسة منهجاً مزدوجاً (كمي ونوعي): استبيان ميداني بمقياس ليكرت الخماسي على عينة عشوائية طبقية من 120 مدير مشروع (حكومي، خاص، شبه حكومي)، إلى جانب 10 مقابلات نصف مهيكلية، وسجل الاستبيان ثباتاً مرتفعاً جداً (ألفا كرونباخ الكلي = 0.89).

- توصلت الدراسة إلى وجود أثر إيجابي دالّ إحصائياً لاستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي على فعالية اتخاذ القرار (ارتباط بيرسون $r=0.78$ ، $B=0.65$ ؛ $Sig.=0.001$) ، مع تحسن ملحوظ في جودة القرار (متوسط 4.15) وسرعته (متوسط 4.04)، وقد قبلت جميع الفرضيات الخمس (الرابعة جزئياً). كما كشفت عن معوقات متوسطة المستوى (متوسط 3.40) أبرزها ضعف المعرفة التقنية وارتفاع التكاليف ومقاومة التغيير، مع فروق دالة لصالح القطاع الخاص.

- وأوصت الدراسة برفع الوعي التقني، ودمج أدوات الذكاء الاصطناعي في نظم المعلومات الإدارية، وتعزيز الدعم الإداري والمالي، وتحسين البنية الرقمية.

5. دراسة (اليمني، 2024)، بعنوان تحليل تأثير استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع بالقطاع الصناعي في المملكة العربية السعودية

- هدفت الدراسة إلى تحليل كيف يمكن لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي تحسين جودة الإدارة وتقليل الأخطاء البشرية، وتحسين دقة عمليات التقييم والتحليل والتخطيط، واكتشاف كيفية استخدامها لتخصيص الموارد بكفاءة أكبر، إضافة إلى تحليل فعاليتها في تحديد وتقييم المخاطر المحتملة.
- اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، من خلال تصميم استبيان شامل ووزع على عينة بلغت 384 مفردة (بحساب حجم العينة إحصائياً)، وبلغت الاستجابات المقبولة للتحليل 260 استجابة (نسبة 67.7%)، وطبق التحليل باستخدام برنامج SPSS واختبارات (t) وتحليل التباين (ANOVA)، إلى جانب اختبار ألفا كرونباخ للتحقق من الثبات (بلغ 0.876 إجمالاً).
- توصلت الدراسة إلى أن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع يعزز من دقة التنبؤات المتعلقة بتكاليف المشروع والجدول الزمني والمخاطر المحتملة، ويسهم في تحسين كفاءة العمليات وإنتاجية فرق العمل من خلال أتمتة المهام الروتينية، مما يتيح للفرق التركيز على المهام الأكثر تعقيداً.
- وأوصت الدراسة بتوفير برامج تدريبية شاملة لفرق العمل، ووضع استراتيجيات لإدارة التغيير، والاستثمار في تطوير البنية التحتية التقنية، وإجراء تقييمات دورية لأداء تقنيات الذكاء الاصطناعي.

6. دراسة (الشهري، و باسويد، وغروي، 2023)، بعنوان واقع الذكاء الاصطناعي على إدارة المشاريع في القطاع الحكومي بالمملكة العربية السعودية

- هدفت الدراسة إلى التعرف على واقع استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع بالجهات الحكومية السعودية، وتحديد متطلبات ومعوقات استخدامه.
- اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، باستبيان على عينة طبقية بلغت 281 فرداً.

- توصلت الدراسة إلى الوعي العالي بفائدة الذكاء الاصطناعي (بمتوسط 4.09)، ومساهمة عالية في تحسين إدارة المشاريع (بمتوسط 3.96)، وفروق دالة إحصائية تعزى للخبرة والفئة العمرية دون الجنس.
- وأوصت الدراسة بتعزيز الربط الإلكتروني بين الجهات الحكومية وتقديم حوافز مالية وخفض تكلفة التقنيات.

7. دراسة (الغامدي وآل ضرمان، 2022)، بعنوان عمليات إدارة المعرفة القائمة على الذكاء الاصطناعي في مشاريع التشييد: دراسة تطبيقية في المملكة العربية السعودية

- هدفت الدراسة إلى تحليل تطبيق عمليات إدارة المعرفة القائمة على برمجيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع التشييد من وجهة نظر المقاولين في المملكة.
- استخدمت الدراسة أداة الاستبيان والتي تم توزيعها على عينة من المقاولين العاملين في القطاع.
- توصلت الدراسة إلى أن تطبيق عمليات إدارة المعرفة (مشاركة المعرفة وتوظيفها عبر البرمجيات) يساهم في معالجة مشكلات تأخر إنجاز المشاريع في المملكة.
- وأوصت الدراسة بتعزيز تطبيق إدارة المعرفة القائمة على الذكاء الاصطناعي، والاهتمام المالي بهذا الجانب لتحسين كفاءة المشروع.

ثانياً: الدراسات الأجنبية

8. دراسة (Alam, Ansari, & Kholif, 2026)

AI-Driven Project Management Transformation: Strengthening Saudi Arabia's Construction Sector as a Catalyst for Economic Diversification

- هدفت الدراسة إلى بحث الأثر التحويلي للذكاء الاصطناعي على إدارة المشاريع في قطاع التشييد السعودي، من خلال دراسة حالة لثلاثة مشاريع علمية بارزة (نيوم، القدية، البحر الأحمر)، في ضوء توجهات رؤية 2030 للتنويع الاقتصادي.
- اعتمدت الدراسة المنهج النوعي القائم على تحليل المحتوى (Content Analysis) لبيانات ثانوية منشورة بين عامي 2019 و2025، دون استخدام أداة كمية أو عينة إحصائية مباشرة.

- توصلت الدراسة إلى أن تكامل الذكاء الاصطناعي يحسّن من دقة تخطيط المشاريع وإدارة المخاطر ومراقبة الأداء وتحسين الاستدامة، ويسهم في خفض تجاوزات التكلفة (بما في ذلك خفض هدر المواد بأكثر من 20% في مشروع البحر الأحمر)، وتعزيز الامتثال البيئي، وتطوير الكوادر البشرية عالية المهارة، مع مساهمة محتملة تصل إلى 4.5% في نمو الناتج المحلي غير النفطي.
- وأوصت الدراسة بمواصلة توسيع تبني الذكاء الاصطناعي في المشاريع الكبرى، ومعالجة فجوات الجاهزية الرقمية لدى المنشآت الصغيرة والمتوسطة، ووضع أطر تنظيمية أوضح لحوكمة البيانات.

9. دراسة (Alnaser & Elmousalami, 2025) ،

Benefits and Challenges of AI-Based Digital Twin Integration in the Saudi Arabian Construction Industry: A Correspondence Analysis (CA) Approach

- هدفت الدراسة إلى استقصاء الفوائد والتحديات المحتملة لدمج التوائم الرقمية (Digital Twins) القائمة على الذكاء الاصطناعي في صناعة التشييد بالمملكة العربية السعودية.
- اعتمدت الدراسة على مراجعة أدبية منظمة واستبيان ميداني ووزع على شركات الهندسة المعمارية والهندسة والتشييد (AEC) ، بلغ عدد الاستجابات الصالحة منه 106 استجابات، حللت باستخدام أسلوب تحليل المراسلات. (Correspondence Analysis – CA)
- توصلت الدراسة إلى أن التوائم الرقمية القائمة على الذكاء الاصطناعي تحقق فوائد جوهرية لقطاع التشييد السعودي؛ إذ من بين 17 فائدة محددة، جاء في مقدمتها تحسين القدرات التحليلية، وتمكين نمذجة الأنظمة الواقعية المعقدة، وتسهيل اتخاذ القرار الاستراتيجي. في المقابل، تمثلت أبرز التحديات في غياب معايير موحدة لدمج التوائم الرقمية والذكاء الاصطناعي في المشاريع الإنشائية، وضعف فهم قدرات الذكاء الاصطناعي لدى العاملين، ومحدودية البنية التحتية التقنية واللوجستية.
- وأوصت الدراسة بضرورة معالجة هذه التحديات التقنية والتنظيمية، وإجراء بحوث مستقبلية تستكشف استراتيجيات تجاوز معوقات التبني وتعزيز الابتكار التقني وبناء القدرات في قطاع التشييد السعودي.

10. دراسة (Alarefi ، 2024)،

The Impact of Artificial Intelligence on Business Performance in Saudi Arabia: The Role of Technological Readiness and Data Quality

- هدفت الدراسة إلى فحص أثر قدرات الذكاء الاصطناعي (AIC) وتعلم الآلة (MLC) على الأداء المؤسسي (BP) للمنشآت التقنية في المملكة العربية السعودية، مستندة إلى نظرية الموارد (RBV) وإطار التقنية والتنظيم والبيئة (TOE)، مع اختبار الدور الوسيط للجاهزية التقنية (TR) والدور المعدّل لجودة البيانات (DQ).
- واعتمدت الدراسة المنهج الكمي، بتطبيق نمذجة المعادلة البنائية بالمربعات الصغرى الجزئية (PLS-SEM) عبر برنامج Smart PLS 4، على عينة بلغت 190 مديراً تنفيذياً ومتخصصاً بتقنية المعلومات بالمملكة العربية السعودية.
- توصلت الدراسة إلى دعم جميع الفرضيات الأربع المختبرة: أثر إيجابي لقدرات تعلم الآلة على الأداء المؤسسي ($B=0.187$)، وأثر مباشر وقوي لقدرات الذكاء الاصطناعي على الأداء المؤسسي ($B=0.466$)، ووساطة جزئية دالة إحصائياً للجاهزية التقنية في هذه العلاقة ($B=0.171$)، مع أثر غير مباشر معنوي لجودة البيانات كمعدّل يعزز من قوة العلاقة (معامل المسار 0.049).
- وأوصت الدراسة بأن تعتمد الدراسات المستقبلية أسلوب المعاينة العشوائية لتحسين قابلية التعميم، وتوسيع نطاق البحث ليشمل الشركات المدرجة وشركات الخدمات والتصنيع (وليس التقنية فقط)، نظراً لأن نتائج هذه الدراسة تقتصر على منشآت القطاع التقني بالمملكة.

11. دراسة (Ujaimi, Alsaig, Alfelfel, & Algallaf, 2024)،

Adoption of Artificial Intelligence in the Construction Industry in Saudi Arabia: Challenges and Proposed Solutions

- هدفت هذه الدراسة إلى فحص واقع دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في قطاع التشييد السعودي، في ضوء توجهات رؤية المملكة 2030 نحو الابتكار التقني والتنوع الاقتصادي، وتحديد أبرز الفرص التحولية التي يتيحها الذكاء الاصطناعي في تحسين الإنتاجية وإدارة المشاريع.

- اعتمدت الدراسة على استبيان ميداني ووزع على عدد من المهنيين العاملين في القطاع، إلى جانب عرض دراسات حالة وسيناريوهات افتراضية لتوضيح الفوائد المحتملة للذكاء الاصطناعي، مثل تحسين تخصيص الموارد وتعزيز السلامة وخفض التكاليف وتسريع الجداول الزمنية للمشاريع
- توصلت الدراسة إلى أن أبرز التحديات تتمثل في: عوائق تقنية (جودة البيانات، وتعقيد تكامل الأنظمة، ومحدودية توافر أدوات الذكاء الاصطناعي المتخصصة)، وعوائق تنظيمية (متطلبات الامتثال وخصوصية البيانات)، وعوائق اقتصادية (ارتفاع تكاليف التطبيق، وضعف العائد المتوقع على الاستثمار)، إضافة إلى مقاومة اجتماعية ناتجة عن مخاوف فقدان الوظائف ونقص الإلمام بالتقنية. كما أشارت إلى أن المبادرات الحكومية الداعمة (مثل مدينة الملك سلمان للطاقة سبارك) تؤدي دوراً مهماً في تيسير التبني.
- وأوصت الدراسة بتحسين قدرات تكامل البيانات، ووضع أطر تنظيمية شاملة، وتقديم حوافز مالية وبرامج تدريبية لبناء الخبرة المتعلقة بالذكاء الاصطناعي، مع التأكيد على ضرورة التعاون المستمر بين أصحاب المصلحة في القطاع وصانعي السياسات ومزودي التقنية.

12. دراسة (Luo & Yi ، 2024)

Construction Cost Estimation Model and Dynamic Management Control Analysis Based on Artificial Intelligence

- هدفت الدراسة إلى بناء نموذج للتقدير والرقابة على تكاليف مشاريع التشييد باستخدام تقنية الشبكات العصبية العميقة (DNN).
- اعتمدت الدراسة على تحليل بيانات واقعية لمشاريع تشييد لتحديد أهم مكونات التكلفة واختبار دقة النموذج المقترح.
- توصلت الدراسة إلى تحسناً ملحوظاً في دقة وكفاءة عملية تقدير التكاليف، بمعدل دقة بلغ نحو (98.7%) ونسبة انحراف لم تتجاوز (9.8%)، متفوقة بذلك على النماذج التقليدية في الرقابة على التكاليف.
- وأوصت الدراسة بتوسيع تطبيق هذا النموذج على أنواع مختلفة من المشاريع للتحقق من قابليته للتعميم.

13. دراسة (Ayinla ، 2023)

The Impact of Artificial Intelligence on Construction Costing Practice

- هدفت الدراسة إلى فحص أثر تطبيقات تعلم الآلة على ممارسات التسعير والتقدير في قطاع التشييد.
- اعتمدت الدراسة منهج المراجعة النقدية الاستكشافية لعدد من نماذج تعلم الآلة المستخدمة في هذا المجال، دون استخدام عينة ميدانية أو أداة استبانة.
- توصلت الدراسة إلى أن خوارزميات تعلم الآلة تحسن من دقة وكفاءة ممارسات التسعير، لكنها لا يمكن أن تحل محل الخبرة المهنية أو تعوض نقص توافر البيانات.
- وأوصت الدراسة بمزيد من البحث حول آليات دمج هذه النماذج ضمن ممارسات التسعير الفعلية للشركات.

14. دراسة (Regona, 2022)

Opportunities and adoption challenges of AI in the construction industry

- هدفت الدراسة إلى رصد الفرص والتحديات المرتبطة بتبني الذكاء الاصطناعي في قطاع التشييد عالمياً.
- اعتمدت الدراسة منهجية المراجعة المنهجية (PRISMA) لتحليل عدد من الدراسات المنشورة في هذا المجال.
- خلصت الدراسة إلى أن أبرز معوقات التبني تكمن في التحديات التنظيمية والتقنية وارتفاع تكلفة الاستثمار الأولي، أكثر من كونها متعلقة بمحدودية الجدوى التقنية للحلول ذاتها.
- وأوصت الدراسة بضرورة إجراء دراسات ميدانية إضافية تختبر هذه المعوقات في سياقات جغرافية وقطاعية مختلفة.

ثالثاً: الفجوة البحثية

من خلال الاستعراض التحليلي للدراسات السابقة الأربع عشرة، سواء المحلية منها أو الأجنبية، يمكن تحديد الفجوة البحثية التي تسعى الدراسة الحالية لمعالجتها من خلال المحاور الثلاثة التالية:

أ- الفجوة الموضوعية (المتغير التابع)

يتضح من استعراض الدراسات السعودية الميدانية (الثمالي، 2025؛ الدوسري، 2025؛ القحطاني، 2025؛ سليمان، 2025؛ اليماني، 2024؛ الشهري وغروي، 2023؛ الغامدي وآل ضرمان، 2022) أنها، رغم تنوعها، ربطت تطبيقات الذكاء الاصطناعي بمتغيرات تابعة مختلفة مثل: كفاءة أعمال الرسم الهندسي، وكفاءة تخطيط المشاريع، ومتابعة إدارة المشاريع، وسرعة وجودة اتخاذ القرار، وإدارة المعرفة. وعلى الرغم من أن بعض هذه الدراسات أشارت إلى التكلفة أو الميزانية كأحد الأبعاد أو النتائج الجانبية ضمن سياق أوسع (كما في دراسة اليماني التي أشارت إلى تحسّن دقة التنبؤات المتعلقة بالتكاليف كأحد نتائج تحسين إدارة المشاريع عموماً)، لا توجد دراسة سعودية واحدة من بين هذه الدراسات جعلت فعالية إدارة التكاليف متغيراً تابعاً مستقلاً بذاته ليختبر أثر الذكاء الاصطناعي عليه تحديداً، بأبعاده الثلاثة (دقة التقدير المالي، وضبط الميزانيات، والحد من الانحرافات والهدر المالي) كما تتناولها الدراسة الحالية.

في المقابل، الدراسات التي تناولت بتعد التكلفة بشكل مباشر ومتعمق (Yi & Luo, 2024؛ Ayinla, 2023؛ Regona, 2022) كانت جميعها دراسات تقنية أو مراجعات نظرية عالمية، اعتمدت إما على نماذج الشبكات العصبية والبيانات الاصطناعية (Yi & Luo)، أو على المراجعة النقدية الاستكشافية دون عينة ميدانية (Ayinla)، أو على المراجعة المنهجية الشاملة (Regona)، دون أي تطبيق ميداني على بيئة الأعمال السعودية أو قياس تصورات العاملين الفعليين في شركات التشييد تجاه هذا الأثر.

ب- الفجوة القطاعية

بالنظر إلى القطاع محل الدراسة في كل بحث، يتضح أن الدراسات السعودية توزعت على قطاعات متعددة لا تتطابق مع قطاع التشييد والبنية التحتية تحديداً: فدراسة الدوسري (2025) تناولت قطاع الإسكان (شركة واحدة)، ودراسة اليماني (2024) تناولت القطاع الصناعي، ودراسة الشهري وغروي (2023) تناولت القطاع الحكومي بعمومه، ودراسة الثمالي (2025) اقتصر على المكاتب الاستشارية الهندسية (خدمات الرسم الهندسي تحديداً وليس التنفيذ أو التكلفة)، بينما تناولت دراستا القحطاني (2025) وسليمان (2025) عينات مختلطة من المؤسسات السعودية دون تخصص قطاعي في التشييد. أما الدراسة الوحيدة التي تخصصت فعلياً في قطاع التشييد بالسياق السعودي (الغامدي وآل ضرمان، 2022)، فقد ركزت على إدارة المعرفة وليس على التكاليف. وبذلك، لا تتوفر دراسة ميدانية سعودية واحدة تجمع بين قطاع التشييد والبنية التحتية تحديداً (بمكوناته: شركات المقاولات، الجهات المالكة، المكاتب الاستشارية، وشركات إدارة المشاريع) وبين متغير فعالية إدارة التكاليف.

ت- الفجوة الجغرافية

جميع الدراسات السعودية المستعرضة إما لم تحدد نطاقاً جغرافياً بعينه داخل المملكة (بل اكتفت بعينات وطنية عامة أو اقتصرت على مدينة الرياض ضمناً من خلال مواقع المؤسسات البحثية)، أو ركزت على مشاريع بعينها دون تخصيص إقليمي منهجي (كدراسة Alam et al., 2026 التي تناولت نيوم والقدية والبحر الأحمر كدراسات حالة وليس كعينة ممثلة للمنطقة الغربية بأكملها). وعليه، لا توجد دراسة واحدة من بين الدراسات الأربع عشرة استهدفت تحديداً شركات التشييد والبنية التحتية العاملة في المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية، رغم الكثافة الاستثمارية والعمرانية الكبيرة التي تشهدها هذه المنطقة تحديداً.

ث- خلاصة الفجوة البحثية

بناءً على ما سبق، تتمثل الفجوة البحثية التي تسعى هذه الدراسة لسدها في: غياب دراسة ميدانية سعودية تجمع بين ثلاثة أبعاد مجتمعة لم تختبر معاً من قبل — وهي:

(أ) قطاع التشييد والبنية التحتية تحديداً.

(ب) فعالية إدارة التكاليف كمتغير تابع مستقل ومحدد الأبعاد.

(ج) المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية كنطاق جغرافي محدد — باستخدام منهج كمي قائم على الاستبيان، بما يوفر إضافة معرفية وتطبيقية حقيقية في هذا المجال.

1-9 المنطلقات النظرية للدراسة

تستند هذه الدراسة إلى مجموعة من النظريات والأطر الفكرية التي تفسر العلاقة بين تبني التقنيات الرقمية الحديثة (كالذكاء الاصطناعي) من جهة، وتحسين الأداء التنظيمي والكفاءة الاقتصادية للمؤسسات من جهة أخرى. وقد تم مراعاة عند اختيار هذه النظريات أن تتكامل فيما بينها لتغطية ثلاثة أبعاد جوهرية لموضوع الدراسة: بتعد قرار التبني التقني (لماذا ومتى تتبنى المنظمات تقنية جديدة)، وبتعد القدرة التنافسية والموارد (كيف تتحول هذه التقنية إلى ميزة تنافسية مستدامة)، وبتعد القياس المالي التطبيقي (كيف تترجم هذه التقنية عملياً إلى ضبط فعلي للتكاليف). وفيما يلي عرض لأبرز هذه المنطلقات:

أولاً: إطار التقنية والتنظيم والبيئة (Technology–Organization–Environment Framework – TOE)

طوّر تورانتزكي وفلايشر (Tornatzky & Fleischer, 1990) هذا الإطار لتفسير العوامل التي تحكم قرار المنظمات بتبني الابتكارات التقنية، مقسماً هذه العوامل إلى ثلاثة سياقات متداخلة: السياق التقني (خصائص التقنية ذاتها من حيث التوافق وسهولة الاستخدام والفائدة المدركة)، والسياق التنظيمي (حجم المنظمة، وجاهزيتها الرقمية، وتوفر الموارد البشرية والمالية الداعمة)، والسياق البيئي (ضغوط المنافسة، والمتطلبات التنظيمية، وتوجهات السوق). ويعد هذا الإطار مناسباً بشكل خاص لتفسير التفاوت في مستوى تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي بين شركات التشييد المختلفة في المنطقة الغربية (وهو ما يخدم اختبار الفرضية H3 المتعلقة بالفروق تبعاً لحجم الشركة وطبيعة نشاطها)، كما يوفر تفسيراً نظرياً للمعوقات التنظيمية والتقنية التي تحد من هذا التبني (الفرضية H4).

ثانياً: نظرية انتشار الابتكار (Diffusion of Innovation Theory)

تعد نظرية روجرز (Rogers, 2003) من أكثر النظريات تفسيراً لكيفية وتيرة تبني الابتكارات التقنية داخل المنظمات والمجتمعات عبر الزمن، مستندة إلى خمس خصائص رئيسة تحدد سرعة هذا التبني: الميزة النسبية للتقنية الجديدة مقارنة بالأساليب التقليدية، والتوافق مع القيم والممارسات القائمة، ودرجة التعقيد، وقابلية التجريب، وقابلية الملاحظة، والقياس. وتسهم هذه النظرية في تفسير سبب تفاوت مستوى تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي في ممارسات إدارة التكاليف بين شركات التشييد، إذ إن الميزة النسبية لهذه التطبيقات (كخفض الهدر المالي وتحسين دقة التقدير) تحتاج إلى إدراك واضح من صناع القرار قبل أن تترجم إلى تبني فعلي، وهو ما يفسر الفجوة التي رصدتها دراسات سابقة (كدراسة سليمان، 2025) بين القناعة النظرية بقدرات الذكاء الاصطناعي ومستوى تطبيقه الفعلي.

ثالثاً: نظرية الموارد والقدرات الديناميكية (Resource–Based View & Dynamic Capabilities Theory)

انطلاقاً من أطروحة بارني (Barney, 1991) حول نظرية الموارد، التي ترى أن الميزة التنافسية المستدامة للمنظمة تنبع من امتلاكها موارد وقدرات نادرة وقيمة يصعب تقليدها، طوّر تيس وزملاؤه (Teece et al., 1997) مفهوم القدرات الديناميكية ليصف قدرة المنظمة على دمج وبناء وإعادة تشكيل مواردها الداخلية والخارجية بما يواكب البيئات سريعة التغير. وفي سياق هذه الدراسة، تمثل تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي أحد أهم الموارد الرقمية التي يمكن أن تتحول - في حال دمجها بكفاءة ضمن ممارسات إدارة التكاليف - إلى قدرة ديناميكية تمنح شركات التشييد أفضلية تنافسية

حقيقية، تتمثل في القدرة على التنبؤ المالي الدقيق والاستجابة السريعة لتقلبات أسعار المواد والتغيرات الميدانية، وهو ما يفسر نظرياً مسار التأثير من تبني التقنية إلى الكفاءة التشغيلية الوارد في الفرضية H1.

رابعاً: نظرية إدارة القيمة المكتسبة وضبط التكاليف (Earned Value Management & Cost Control) (Theory)

تعد إدارة القيمة المكتسبة أحد أبرز الأطر المنهجية الراسخة في حقل إدارة تكاليف المشاريع، إذ تقوم على قياس أداء المشروع من خلال مقارنة ثلاث قيم أساسية في أي لحظة زمنية: التكلفة المخططة، والتكلفة الفعلية، والقيمة المكتسبة فعلياً من الأعمال المنجزة، بما يتيح حساب مؤشرات الانحراف الزمني والتكاليف (مثل مؤشر أداء التكلفة CPI) والتنبؤ بالتكلفة الإجمالية المتوقعة عند الإنجاز. وتوفر هذه النظرية الإطار المفاهيمي المباشر لتعريف فعالية إدارة التكاليف إجرائياً في هذه الدراسة (دقة التقدير المالي، وضبط الميزانيات، والحد من الانحرافات)، كما تبرز موضع تدخل تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين هذه المؤشرات؛ إذ إن قدرة خوارزميات التعلم الآلي على تحليل بيانات المشاريع التاريخية (كما أظهرت دراسة Yi & Luo, 2024) تتيح تجاوز محدودية النماذج الحسابية التقليدية لإدارة القيمة المكتسبة نحو نماذج تنبؤية أكثر دقة واستباقية.

العلاقة التكاملية بين المنطلقات النظرية

تتكامل هذه النظريات الأربع لتشكيل الإطار المفسر الشامل لمتغيرات الدراسة: فبينما يفسر إطار TOE ونظرية انتشار الابتكار لماذا ومتى تتبنى شركات التشييد تطبيقات الذكاء الاصطناعي (وما يعتري ذلك من معوقات)، تفسر نظرية الموارد والقدرات الديناميكية كيف تتحول هذه التقنية إلى ميزة تنافسية وكفاءة تشغيلية، فيما توفر نظرية إدارة القيمة المكتسبة الأداة المفاهيمية والقياسية التي تترجم هذا الأثر إلى نتائج مالية ملموسة قابلة للقياس في متغير فعالية إدارة التكاليف، وهو ما يشكل مجتمعاً الأساس النظري لفرضيات الدراسة الأربع.

10-1 المنهجية وطرق البحث

تعد المنهجية العلمية حجر الأساس الذي يتبنى عليه أي بحث تطبيقي، إذ تحدد المسار المنطقي الذي يسلكه الباحث للانتقال من الإشكالية النظرية إلى نتائج قابلة للتعميم والاختبار الإحصائي. وفي ضوء طبيعة مشكلة هذه الدراسة وأهدافها، التي تسعى إلى قياس أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي على كفاءة إدارة المشاريع وفعالية إدارة التكاليف في شركات التشييد والبنية التحتية بالمنطقة الغربية، فقد اعتمدت الدراسة الحالية المنهج الوصفي التحليلي (Descriptive Analytical Method) مدخله الكمي، باعتباره الأنسب لطبيعة الفرضيات المصاغة والقابلة للاختبار الإحصائي.

أ- مبررات اختيار المنهج الوصفي التحليلي الكمي

يقوم هذا المنهج على وصف الظاهرة موضوع الدراسة كما هي قائمة في الواقع الميداني لشركات التشييد والبنية التحتية، ثم تحليل العلاقات الارتباطية والتأثيرية بين متغيراتها (تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي كمتغير مستقل، وكفاءة إدارة المشاريع وفعالية إدارة التكاليف كمتغيرين تابعين)، وذلك من خلال جمع بيانات كمية أولية عبر أداة الاستبيان مصممة خصيصاً لهذا الغرض، ومعالجتها إحصائياً باستخدام برنامج (SPSS) للوصول إلى نتائج دقيقة تختبر في ضوءها فرضيات الدراسة الأربع. وقد رجح اختيار هذا المنهج تحديداً - دون المنهج النوعي أو المختلط - للأسباب التالية:

1. طبيعة فرضيات الدراسة صيغت بصورة إحصائية قابلة للقياس الكمي المباشر (وجود/عدم وجود أثر أو علاقة ذات دلالة إحصائية)، مما يستوجب أداة قياس كمية موحدة تطبق على عينة ممثلة وكافية عددياً.
2. يتيح هذا المنهج تعميم النتائج على مجتمع الدراسة الأوسع (شركات التشييد والبنية التحتية بالمنطقة الغربية) بدرجة ثقة إحصائية محددة، بخلاف المنهج النوعي الذي يعمق الفهم لكنه يقتصر على حالات محدودة يصعب تعميمها.
3. يواكب هذا المنهج طبيعة الدراسات المشابهة في حقل إدارة المشاريع وتكاليفها (كما ظهر في أغلب الدراسات السابقة المستعرضة)، بما يتيح مقارنة نتائج هذه الدراسة بنتائجها بمنهجية متجانسة.

ب- نوع الدراسة

تصنّف هذه الدراسة بوصفها دراسة ميدانية تطبيقية (Applied Field Study) ، إذ تعتمد على جمع بيانات أولية مباشرة من العاملين في شركات التشييد والبنية التحتية (على مستويات إدارية وفنية ومالية متعددة)، بدلاً من الاكتفاء بالبيانات الثانوية أو المراجعة النظرية البحتة، بما يمنح نتائجها طابعاً تطبيقياً واقعياً يعكس الممارسة الفعلية داخل هذا القطاع بالمنطقة الغربية تحديداً.

ج- التصميم البحثي ومتغيرات الدراسة

يقوم التصميم البحثي لهذه الدراسة على اختبار علاقة تأثيرية (سببية) بين:

- المتغير المستقل: تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي، بمستوى تبنّي واستخدام يقاس عبر محاور الأداة.
- المتغيرين التابعين: كفاءة إدارة المشاريع (الأداء الزمني والتشغيلي)، وفعالية إدارة التكاليف (دقة التقدير، وضبط الميزانيات، والحد من الانحرافات).
- المتغيرات الوسيطة/المعدّلة: الخصائص التنظيمية والديموغرافية لعينة الدراسة (حجم الشركة، طبيعة النشاط، سنوات الخبرة)، إضافة إلى المعوقات التنظيمية والتقنية والمالية التي قد تحد من فاعلية هذا التبنّي.

ويستند هذا التصميم إلى الإطار النظري المستعرض سابقاً إطار TOE ، ونظرية انتشار الابتكار، ونظرية الموارد والقدرات الديناميكية، ونظرية إدارة القيمة المكتسبة)، بما يضمن اتساقاً منطقياً بين الأساس الفكري للدراسة وأدواتها الإجرائية) .

د- مراحل تنفيذ الدراسة الميدانية

وقد تم تفصيل الدراسة عبر أربع مراحل متتابعة:

1. المرحلة النظرية التحضيرية: مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة ذات الصلة لتحديد الفجوة البحثية وصياغة الإشكالية والفرضيات والإطار النظري.

2. مرحلة تصميم أداة الدراسة : بناء استبيان يغطي محاور الدراسة الرئيسية، وعرضه على مجموعة من المحكمين الأكاديميين والمتخصصين في مجالي إدارة المشاريع والذكاء الاصطناعي للتحقق من صدقه الظاهري ومناسبته لأهداف الدراسة.

3. مرحلة جمع البيانات الميدانية :توزيع استبيان إلكتروني على العينة المستهدفة من العاملين في شركات التشييد والبنية التحتية بالمنطقة الغربية، ومتابعة معدلات الاستجابة، واستبعاد الاستبانات غير المكتملة أو غير الصالحة للتحليل.

4. مرحلة المعالجة الإحصائية وتفسير النتائج :إدخال البيانات وتحليلها باستخدام برنامج (SPSS) ، واختبار فرضيات الدراسة، وربط النتائج بالإطار النظري والدراسات السابقة لتفسيرها علمياً، تمهيداً لصياغة التوصيات.

وسيتناول الباحث في الأقسام التالية من هذا الفصل تفصيلاً كلاً من: مجتمع وعينة الدراسة، وأداة الدراسة وطريقة بنائها، والأساليب الإحصائية المستخدمة في التحليل.

11-1 مجتمع وعينة الدراسة

أولاً: مجتمع الدراسة

يتمثل مجتمع هذه الدراسة في جميع العاملين ذوي العلاقة المباشرة أو غير المباشرة بإدارة المشاريع وإدارة التكاليف في شركات التشييد والبنية التحتية العاملة في المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية، ويشمل ذلك: مديري المشاريع، ومهندسي التكاليف والتسعير (Cost Engineers/ Estimators) ، ومديري العمليات، والمشرفين الفنيين والإداريين في شركات المقاولات والإنشاءات، والجهات المالكة، والمكاتب الاستشارية الهندسية، وشركات إدارة المشاريع، ممن لديهم خبرة أو علاقة عملية مباشرة باستخدام أو الإشراف على تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي في ممارسات إدارة المشاريع والتكاليف.

ونظراً لاتساع هذا المجتمع وصعوبة حصر أفراده بدقة (لعدم توفر سجل موحد وشامل يضم جميع العاملين في هذا القطاع بالمنطقة الغربية)، فقد تم التعامل معه بوصفه مجتمعاً غير محدود الحجم (Unknown/Infinite Population)

لأغراض حساب حجم العينة إحصائياً، وهو أسلوب شائع ومقبول علمياً في الدراسات الميدانية المشابهة التي تستهدف قطاعات مهنية واسعة يصعب حصرها (كما هو الحال في دراسة اليماني، 2024، التي اعتمدت المنطق الإحصائي ذاته).

ثانياً: حجم العينة

اعتماداً على المعادلة الإحصائية القياسية لحساب حجم العينة عند مجتمع غير محدود الحجم:

$$n = \frac{Z^2 \times P(1 - P)}{e^2}$$

حيث:

- القيمة المعيارية عند مستوى ثقة 95% $Z = 1.96$
- نسبة توافر الخاصية في المجتمع (تفترض 0.5 لتعظيم حجم العينة وضمان أعلى درجة تمثيل عند غياب P دراسة استطلاعية سابقة)
- هامش الخطأ المسموح به $= 0.05$ (عند مستوى ثقة 95%) $e =$

$$n = \frac{(1.96)^2 \times 0.5 \times (1 - 0.5)}{(0.05)^2} = \frac{3.8416 \times 0.25}{0.0025} = 384.16 \approx 384$$

وبذلك يكون الحد الأدنى لحجم العينة المطلوب هو (384) مفردة.

مع مراعاة معدل الاستجابة المتوقع ونسبة الاستبعاد للاستبانات غير المكتملة أو غير الصالحة للتحليل (كما هو معتاد في الدراسات الميدانية المشابهة، حيث تراوحت نسبة القبول في الدراسات السابقة بين 65%-70%)، كما يوصى بتوزيع عدد أكبر من هذا الحد الأدنى (على سبيل المثال 450-480 استبانة) لضمان الوصول إلى الحد الأدنى المطلوب (384) بعد استبعاد الاستجابات غير الصالحة.

ثالثاً: أسلوب اختيار العينة

يقترح اعتماد أسلوب العينة العشوائية الطبقية (Stratified Random Sampling)، بحيث تقسم العينة إلى طبقات تمثل الفئات الرئيسة لمكونات قطاع التشييد والبنية التحتية (شركات المقاولات والإنشاءات، الجهات المالكة، المكاتب الاستشارية الهندسية، شركات إدارة المشاريع)، مع توزيع نسبي للعينة على هذه الطبقات بما يعكس الوزن النسبي لكل فئة داخل القطاع بالمنطقة الغربية قدر الإمكان، وذلك لضمان تمثيل شامل وعادل لمختلف الأطراف الفاعلة في هذا القطاع الحيوي، بما يعزز من قابلية تعميم النتائج.

رابعاً: مبررات اختيار العينة وأسلوبها

- تضمن العينة الطبقية تمثيل جميع مكونات سلسلة القيمة في قطاع التشييد (وليس فقط شركات المقاولات)، بما يعكس تعدد الأطراف المشاركة في قرارات إدارة التكاليف (كما وردت في مقدمة الدراسة).
- يتيح الحجم المحسوب إحصائياً (384 فأكثر) إجراء التحليلات الإحصائية الاستدلالية المطلوبة (كالانحدار وتحليل التباين) بقوة إحصائية كافية.
- يتسق هذا الأسلوب مع ما اعتمدته دراسات سابقة مشابهة في البيئة السعودية (كدراسة اليماني، 2024، ودراسة القحطاني، 2025) من حيث الصرامة الإحصائية في تحديد حجم العينة.

12-1 أداة الدراسة

بناءً على طبيعة المنهج الكمي المعتمد، وتماشياً مع فرضيات الدراسة الأربع ومتغيراتها، اعتمدت الدراسة الاستبيان الإلكتروني كأداة رئيسة ووحيدة لجمع البيانات الأولية من عينة الدراسة، وقد صممت وفقاً لمقياس ليكرت الخماسي (Five-Point Likert Scale)، بحيث تتراوح درجات الاستجابة من (1 = لا أوافق بشدة) إلى (5 = أوافق بشدة)، وذلك لقياس درجة موافقة أفراد العينة على فقرات كل محور من محاور الأداة.

أولاً: مصادر بناء الأداة

وقد تم بناء فقرات الاستبيان اعتماداً على مصدرين رئيسين:

1. الإطار النظري للدراسة (إطار TOE ، ونظرية انتشار الابتكار ، ونظرية الموارد والقدرات الديناميكية، ونظرية إدارة القيمة المكتسبة) ، الذي حدد الأبعاد المفاهيمية لكل متغير .

2. الدراسات السابقة ذات الصلة، مع صياغة الفقرات بأسلوب مستقل ومتعدد صياغته بما يتناسب مع خصوصية قطاع التشييد وبتعد التكلفة تحديداً، وليس نقلاً حرفياً عن أي أداة سابقة.

ثانياً: أقسام ومحاور الاستبانة يتكون الاستبيان من قسمين رئيسيين:

القسم الأول: البيانات الأولية (الديموغرافية والتنظيمية).

ويشمل: نوع الجهة (شركة مقاولات/جهة مالكة/مكتب استشاري/شركة إدارة مشاريع)، حجم الشركة (عدد الموظفين)، المسمى الوظيفي، سنوات الخبرة، المؤهل العلمي. وتستخدم هذه البيانات لاختبار الفرضية (H3) المتعلقة بالفروق تبعاً للمتغيرات التنظيمية والديموغرافية.

القسم الثاني: محاور الدراسة الأساسية، ويتكون من خمسة محاور متسقة مع فرضيات الدراسة:

المحور	يقيس	الفرضية المرتبطة	عدد الفقرات المقترح
المحور الأول	مستوى تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي (المتغير المستقل)	خلفية لجميع الفرضيات	6-7 فقرات
المحور الثاني	أثر هذه التطبيقات على كفاءة إدارة المشاريع (الأداء الزمني والتشغيلي)	H1	6-7 فقرات
المحور الثالث	أثر هذه التطبيقات على فعالية إدارة التكاليف (دقة التقدير ، ضبط الميزانيات، الحد من الانحرافات)	H2	7-8 فقرات (الأهم في الدراسة)
المحور الرابع	المعوقات التنظيمية والتقنية والمالية التي تحد من التبني	H4	5-6 فقرات
المحور الخامس	المقترحات والتوصيات لتعزيز توظيف الذكاء الاصطناعي في إدارة التكاليف	داعم للهدف الخاص الخامس	4-5 فقرات

جدول رقم 4 (محاور الدراسة الأساسية)

بذلك يبلغ إجمالي عدد فقرات الاستبيان المقترح ما بين (28-33) فقرة، موزعة على المحاور الخمسة، إضافة إلى القسم الديموغرافي.

ثالثاً: صدق الاستبانة

سيتعرض الاستبيان بصيغته الأولى على مجموعة من المحكمين الأكاديميين والمتخصصين في مجالي إدارة المشاريع وإدارة التكاليف، للتحقق من:

- الصدق الظاهري (Face Validity) مدى وضوح صياغة الفقرات لغوياً.
 - صدق المحتوى (Content Validity) مدى تغطية الفقرات لأبعاد كل متغير بشكل شامل ومتوازن.
- وستعدل الفقرات بناءً على ملاحظات المحكمين قبل التطبيق الميداني النهائي.

رابعاً: ثبات الأداة (Reliability)

سيختبر ثبات الأداة عقب جمع البيانات الميدانية باستخدام معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) ، لكل محور على حدة وللاداة ككل، حيث تعد القيمة مقبولة إحصائياً إذا تجاوزت (0.70)، ومرتفعة إذا تجاوزت (0.80)، تماشياً مع المعيار الإحصائي المتعارف عليه في الدراسات المشابهة (كما ظهر في الدراسات السابقة المستعرضة، حيث تراوحت معاملات الثبات بين 0.85-0.93).

خامساً: أساليب التحليل الإحصائي

بعد جمع البيانات الميدانية عبر الاستبانة، ستدخل البيانات وتعالج إحصائياً باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) ، وذلك عبر مجموعة من الأساليب الإحصائية الوصفية والاستدلالية المنتقاة بما يتناسب مع طبيعة كل فرضية من فرضيات الدراسة. ويوضح الجدول التالي الأسلوب الإحصائي المستخدم لكل هدف تحليلي:

الغرض من التحليل	الأسلوب الإحصائي المستخدم
وصف الخصائص الديموغرافية والتنظيمية للعينة	التكرارات والنسب المئوية
قياس مستوى استجابة أفراد العينة على فقرات كل محور	المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية
التحقق من ثبات أداة الدراسة	معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha)

الأسلوب الإحصائي المستخدم	الغرض من التحليل
تحليل الانحدار الخطي البسيط والمتعدد (Simple & Multiple Linear Regression)	اختبار الفرضية الرئيسية والفرضيتين H1 و H2 (أثر المتغير المستقل على المتغيرين التابعين)
معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation Coefficient)	قياس قوة واتجاه العلاقة بين المتغيرات قبل اختبار الانحدار
اختبار (T-Test) للعينات المستقلة	اختبار الفرضية H3 (الفروق تبعاً لمتغيرين فئويين، مثل نوع الجهة)
تحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA)	اختبار الفرضية H3 (الفروق تبعاً لأكثر من فئتين، مثل حجم الشركة أو سنوات الخبرة)
معامل ارتباط بيرسون، وتحليل الانحدار البسيط	اختبار الفرضية H4 (العلاقة بين المعوقات وفعالية التبني)
الأوزان النسبية والمتوسطات المرجحة وفق مقياس ليكرت	تحديد ترتيب المحاور والفقرات من حيث الأهمية النسبية

جدول رقم 5 (أساليب الإحصاء التحليلي)

أولاً: الأساليب الإحصائية الوصفية (Descriptive Statistics)

تستخدم لتلخيص خصائص عينة الدراسة (النوع، سنوات الخبرة، نوع الجهة، حجم الشركة)، ولتحديد المستوى العام لكل محور من محاور الاستبيان (منخفض/متوسط/مرتفع) اعتماداً على فئات المتوسط المرجح وفق مقياس ليكرت الخماسي، كما هو موضح في الجدول التالي:

مستوى الاتجاه	فئة المتوسط الحسابي
منخفض جداً	1.00 – 1.79
منخفض	1.80 – 2.59
متوسط	2.60 – 3.39
مرتفع	3.40 – 4.19
مرتفع جداً	4.20 – 5.00

جدول رقم 6 (أساليب الإحصاء الوصفية)

ثانياً: الأساليب الإحصائية الاستدلالية (Inferential Statistics)

1. معامل ارتباط بيرسون: لفحص قوة واتجاه العلاقة الخطية بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي (كمتغير مستقل) وكل من كفاءة إدارة المشاريع وفعالية إدارة التكاليف (كمتغيرين تابعين)، تمهيداً لتحليل الانحدار.
 2. تحليل الانحدار الخطي البسيط والمتعدد: لاختبار الفرضية الرئيسية والفرضيتين الفرعيتين H1 و H2، من خلال قياس مقدار التباين المستفسر في المتغيرين التابعين (معامل التحديد R^2)، ومعنوية معامل التأثير (B) ومستوى الدلالة الإحصائية المصاحب له (Sig.)، عند مستوى دلالة 0.05.
 3. اختبار (T-Test) للعينات المستقلة وتحليل التباين الأحادي (ANOVA): لاختبار الفرضية H3، من خلال الكشف عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية في مستوى تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي تعزى للمتغيرات التنظيمية (حجم الشركة، نوع الجهة، سنوات الخبرة).
 4. معامل ارتباط بيرسون وتحليل الانحدار: لاختبار الفرضية H4، بقياس العلاقة بين درجة مواجهة المعوقات التنظيمية والتقنية والمالية ومستوى فعالية تبني هذه التطبيقات.
- وسيعتمد مستوى الدلالة الإحصائية (0.05) معياراً موحداً لقبول أو رفض جميع فرضيات الدراسة، بحيث تقبل الفرضية البديلة إذا كانت قيمة (Sig.) أقل من (0.05)، وترفض لصالح الفرضية الصفرية إن كانت أكبر من ذلك.

13-1 حدود الدراسة

تحدد نتائج هذه الدراسة وإمكانية تعميمها في ضوء الحدود التالية:

أولاً: الحدود الموضوعية

تقتصر هذه الدراسة على قياس أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي على متغيرين تابعين محددين هما: كفاءة إدارة المشاريع (من حيث بتعديها الزمني والتشغيلي فقط)، وفعالية إدارة التكاليف (من حيث أبعادها الثلاثة: دقة التقدير المالي، وضبط الميزانيات، والحد من الانحرافات والهدر المالي). ولا تتناول الدراسة الأبعاد الأخرى لإدارة المشاريع (كإدارة

الجودة، أو المخاطر، أو الموارد البشرية، أو المشتريات) إلا بالقدر الذي ترتبط فيه بشكل مباشر بمتغيري الدراسة الرئيسيين. كما لا تتطرق الدراسة إلى الجوانب التقنية التفصيلية لخوارزميات الذكاء الاصطناعي أو آليات برمجتها وتطويرها، بل تقتصر على قياس تصورات المستخدمين وأثر تطبيقها من منظور إداري وتنظيمي.

ثانياً: الحدود المكانية

تقتصر الدراسة على شركات التشييد والبنية التحتية العاملة في المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية تحديداً (وتشمل بشكل رئيس مدنها الكبرى كجدة ومكة المكرمة والطائف وما يتبعها من مدن تابعة)، بمكوناتها الأربعة: شركات المقاولات والإنشاءات، والجهات المالكة، والمكاتب الاستشارية الهندسية، وشركات إدارة المشاريع. وبناءً عليه، فإن نتائج الدراسة قد لا تعكس بالضرورة واقع الحال في مناطق أخرى من المملكة (كالمنطقة الوسطى أو الشرقية)، التي قد تختلف في طبيعة مشاريعها وحجم استثماراتها ومستوى نضجها الرقمي.

ثالثاً: الحدود الزمانية

طبقت الدراسة الميدانية (توزيع الاستبيان وجمع البيانات) خلال العام الدراسي 2026م، وبناءً عليه فإن النتائج تعكس واقع تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي في هذه الفترة الزمنية تحديداً، وقد تتغير هذه النتائج مستقبلاً في ضوء التطور المتسارع لهذه التقنيات ووتيرة تبنيها المتزايدة.

رابعاً: الحدود البشرية

اقتصرت عينة الدراسة على العاملين ذوي العلاقة المباشرة أو غير المباشرة بإدارة المشاريع وإدارة التكاليف داخل شركات التشييد والبنية التحتية (كمديري المشاريع، ومهندسي التكاليف والتسعير، ومديري العمليات، والمشرفين الفنيين والإداريين)، ولم تشمل عينة الدراسة العمالة التنفيذية الميدانية المباشرة (كالعمال والفنيين التنفيذيين) الذين لا تربطهم علاقة مباشرة بقرارات التخطيط أو التكلفة.

خامساً: الحدود المنهجية

تعتمد الدراسة على المنهج الكمي البحث باستخدام الاستبيان كأداةً وحيدة لجمع البيانات، دون الاستعانة بأدوات نوعية مكملّة (كالمقابلات أو دراسات الحالة)؛ وبناءً عليه، تعتمد نتائج الدراسة على دقة وصدق استجابات أفراد العينة، وقد تتأثر بمحدودية الأداة الكمية في تفسير الدوافع والتفاصيل السياقية العميقة التي قد تكشفها الأدوات النوعية.

استبانة الدراسة

أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي على كفاءة إدارة المشاريع وفعالية إدارة التكاليف في شركات التشييد والبنية التحتية بالمنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته،

يقوم الباحث بإجراء دراسة ماجستير بالعنوان أعلاه، ويسعدني تكرمكم بالإجابة على فقرات هذه الاستبانة التي لن تستغرق أكثر من (7-10) دقائق. علماً بأن جميع البيانات ستُعامل بسرية تامة ولن تُستخدم إلا لأغراض البحث العلمي فقط، ولا يتطلب الأمر ذكر الاسم أو أي بيانات تعريفية شخصية.

شاكراً ومقدراً حسن تعاونكم،

الباحث: أحمد سعيد أحمد سلام — ماجستير إدارة الأعمال، جامعة ميدأوشن

القسم الأول: البيانات الأولية (الديموغرافية والتنظيمية)

(يرجى وضع علامة ✓ أمام الخيار المناسب)

1. نوع الجهة التي تعمل بها:

☐ شركة مقاولات وإنشاءات

☐ جهة مالكة (Owner)

☐ مكتب استشاري هندسي

☐ شركة إدارة مشاريع (PMC/PMO)

2. حجم الشركة (عدد الموظفين):

☐ أقل من 50 موظفاً (صغيرة)

☐ من 50 إلى أقل من 250 موظفاً (متوسطة)

☐ 250 موظفاً فأكثر (كبيرة)

3. المسمى الوظيفي:

☐ مدير عام / عضو إدارة عليا

☐ مدير مشروع / مدير مشاريع

☐ مهندس تكاليف / تسعير / حساب كميات

☐ مهندس موقع / مكتب فني

☐ أخرى (حدد):

4. سنوات الخبرة في قطاع التشييد:

☐ أقل من 5 سنوات

☐ من 5 إلى أقل من 10 سنوات

☐ من 10 إلى أقل من 15 سنة

☐ 15 سنة فأكثر

5. المؤهل العلمي:

☐ دبلوم

☐ بكالوريوس

☐ ماجستير

☐ دكتوراه

القسم الثاني: محاور الدراسة

تعليمات الإجابة: فيما يلي مجموعة من العبارات، يرجى تحديد درجة موافقتك على كل عبارة بوضع علامة (✓) في الخانة المناسبة، وفق المقياس التالي:

(5 = أوافق بشدة، 4 = أوافق، 3 = محايد، 2 = لا أوافق، 1 = لا أوافق بشدة)

المحور الأول: مستوى تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي (7 فقرات)

م	العبارة	5	4	3	2	1
1	تستخدم شركتنا تطبيقات أو أدوات ذكاء اصطناعي في واحدة أو أكثر من مراحل إدارة المشاريع.					
2	تعتمد شركتنا على تقنية نمذجة معلومات البناء (BIM) في أعمال التصميم أو حساب الكميات.					
3	تستخدم شركتنا أدوات رقمية للتنبؤ بتكاليف المشاريع اعتماداً على بيانات المشاريع السابقة.					
4	تمتلك شركتنا بنية تحتية تقنية (أنظمة، برمجيات، قواعد بيانات) تدعم تطبيق حلول الذكاء الاصطناعي.					
5	توفر شركتنا برامج تدريبية للعاملين على استخدام الأدوات الرقمية والذكاء في إدارة المشاريع.					
6	تشجع الإدارة العليا في شركتنا على تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي.					
7	يُعد التحول الرقمي جزءاً من الخطة الاستراتيجية المعتمدة لشركتنا.					

المحور الثاني: أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على كفاءة إدارة المشاريع (الأداء الزمني والتشغيلي) (6 فقرات)

م	العبارة	5	4	3	2	1
8	يسهم استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة الجدولة الزمنية للمشاريع.					
9	تساعد الأدوات الذكية في تقليل معدلات التأخير في تنفيذ المشاريع.					
10	يسهم الذكاء الاصطناعي في رفع إنتاجية فرق العمل من خلال أتمتة المهام الروتينية والمتكررة.					

م	العبارة	5	4	3	2	1
11	تساعد التطبيقات الذكية في تحسين التنسيق وتبادل المعلومات بين أطراف المشروع.					
12	يسهم استخدام الذكاء الاصطناعي في تقليل أخطاء التنفيذ الناتجة عن العمل اليدوي.					
13	تحسن الأدوات الذكية من قدرة الشركة على متابعة تقدم الأعمال ومراقبة الأداء بشكل لحظي.					

المحور الثالث: أثر حلول الذكاء الاصطناعي على فعالية إدارة التكاليف (8 فقرات)

م	العبارة	5	4	3	2	1
14	تسهم أدوات الذكاء الاصطناعي في رفع دقة التقديرات المالية المبدئية في مراحل ما قبل التصميم (Pre-Design).					
15	تساعد التطبيقات الذكية في تحسين دقة دراسات الجدوى الاقتصادية للمشاريع.					
16	يسهم استخدام الذكاء الاصطناعي في تقليل الأخطاء عند إعداد جداول الكميات (BOQ).					
17	تساعد الأدوات الذكية في تحسين دقة تسعير بنود الأعمال في مرحلة الطرح والترسية.					
18	يسهم الذكاء الاصطناعي في تعزيز الرقابة على التكاليف الفعلية أثناء مرحلة التنفيذ (Cost Control).					
19	تساعد التطبيقات الذكية في الاكتشاف المبكر للانحرافات المالية قبل تفاقمها.					
20	يسهم استخدام الذكاء الاصطناعي في الحد من تجاوزات التكاليف (Cost Overruns) عن الميزانيات المعتمدة.					
21	تسهم الأدوات الذكية في خفض الهدر المالي الناتج عن أساليب التقدير التقليدية.					

المحور الرابع: المعوقات التي تحد من تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي (6 فقرات)

م	العبارة	5	4	3	2	1
22	يشكل ارتفاع تكلفة اقتناء وتشغيل حلول الذكاء الاصطناعي عائقاً أمام تبنيها في شركتنا.					
23	يحد ضعف المعرفة والمهارات التقنية لدى العاملين من الاستفادة من التطبيقات الذكية.					
24	تمثل مقاومة التغيير لدى بعض العاملين عائقاً أمام التحول الرقمي في الشركة.					

م	العبارة	5	4	3	2	1
25	يشكل ضعف جودة البيانات التاريخية للمشاريع أو عدم تنظيمها عائقاً أمام تطبيق حلول الذكاء الاصطناعي.					
26	يحد ضعف تكامل الأنظمة الرقمية الحالية مع أدوات الذكاء الاصطناعي من فعالية تطبيقها.					
27	يمثل غياب الدعم الإداري الكافي أو غياب استراتيجية واضحة للتحويل الرقمي عائقاً أمام التبنى.					

المحور الخامس: المقترحات لتعزيز توظيف الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع والتكاليف (5 فقرات)

م	العبارة	5	4	3	2	1
28	توفير برامج تدريبية متخصصة للعاملين في مجال تطبيقات الذكاء الاصطناعي وإدارة التكاليف.					
29	الاستثمار في تطوير البنية التحتية الرقمية وقواعد بيانات المشاريع.					
30	تبني الإدارة العليا استراتيجية واضحة ومعلنة للتحويل الرقمي وتخصيص ميزانية لها.					
31	تعزيز التكامل بين أنظمة نمذجة معلومات البناء (BIM) وأدوات الذكاء الاصطناعي في حساب الكميات والتكاليف.					
32	إنشاء وحدة أو فريق متخصص (ضمن مكتب إدارة المشاريع PMO) يتولى قيادة مبادرات الذكاء الاصطناعي.					

انتهت الاستبانة — شاكرين لكم كريم تعاونكم وحسن استجابتكم.

المراجع العربية

- (1) الثمالي، محمد معتوق. (2025). أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على كفاءة أعمال الرسم الهندسي: دراسة تطبيقية على المكاتب الاستشارية الهندسية في المملكة العربية السعودية [رسالة ماجستير، جامعة ميدأوشن]. مكتبة جامعة ميدأوشن <https://lib.midocean.edu.km/en/research/4758>.
- (2) الدوسري، ب. (2025). أثر استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة تخطيط المشاريع: دراسة حالة على الشركة الوطنية للإسكان في المملكة العربية السعودية. مكتبة جامعة ميدأوشن. [cite: 2] <https://lib.midocean.edu.km/en/research/4370>
- (3) القحطاني، ر. د. س. (2025). أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في متابعة إدارة المشاريع في المؤسسات السعودية. [رسالة ماجستير، جامعة ميدأوشن]. مكتبة جامعة ميدأوشن. <https://lib.midocean.edu.km/en/research/4473>
- (4) سليمان، ز. أ. س. (2025). أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في دعم عملية اتخاذ القرار في إدارة المشاريع: دراسة ميدانية (تطبيقية) على عينة من مديري المشاريع في المملكة العربية السعودية [رسالة ماجستير، جامعة ميدأوشن]. مكتبة جامعة ميدأوشن <https://lib.midocean.edu.km/en/research/4484>.
- (5) اليماني، ب. ع. (2024). تحليل تأثير استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع بالقطاع الصناعي في المملكة العربية السعودية. مجلة ميدأوشن للبحوث والدراسات، (2)، 1-29. <https://lib.midocean.edu.km/en/research/1628>
- (6) الشهري، خ. ع.، باسويد، خ. ع.، وغروي، م. ع. (2023). واقع الذكاء الاصطناعي على إدارة المشاريع في القطاع الحكومي بالمملكة العربية السعودية *Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences*، (94)، 431-467. <https://doi.org/10.33193/JALHSS.94.2023.885467>.
- (7) الغامدي، س.، وآل ضرمان، ف. ع. أ. (2022). عمليات إدارة المعرفة القائمة على الذكاء الاصطناعي في المشاريع الإنشائية: دراسة تطبيقية في المملكة العربية السعودية. مجلة ابن خلدون للدراسات والأبحاث، (7)، 276. <https://doi.org/10.56989/benkj.v2i7.276>
- (8) Alam, S., Ansari, M. F., & Kholif, A. (2026). AI-driven project management transformation: Strengthening Saudi Arabia's construction sector as a catalyst for economic diversification. *International Journal of Advanced Research*, 14(02), 665–678. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/22776>
- (9) Alnaser, A. A., & Elmousalami, H. (2025). Benefits and challenges of AI-based digital twin integration in the Saudi Arabian construction industry: A correspondence analysis (CA) approach. *Applied Sciences*, 15(9), 4675. <https://doi.org/10.3390/app15094675>

- (10) Alarefi, M. (2024). The impact of artificial intelligence on business performance in Saudi Arabia: The role of technological readiness and data quality. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 14(5), 16802–16807. <https://doi.org/10.48084/etasr.7871>
- (11) Ujaimi, I., Alsaig, R., Alfelfel, M., & Algallaf, R. (2024). Adoption of artificial intelligence in the construction industry in Saudi Arabia: Challenges and proposed solutions. *International Journal of Social Science Humanity & Management Research*, 3(11). <https://doi.org/10.58806/ijsshmr.2024.v3i11n18>
- (12) Yi, Z., & Luo, X. (2024). Construction cost estimation model and dynamic management control analysis based on artificial intelligence. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 48, 577–588. <https://doi.org/10.1007/s40996-023-01173-z>
- (13) Ayinla, K., Chan, P., & Cheung, F. (2023). The impact of artificial intelligence on construction costing practice. *Proceedings of the 39th Annual ARCOM Conference*. <https://www.researchgate.net/publication/373755997>
- (14) Regona, M., Yigitcanlar, T., Xia, B., & Li, R. Y. M. (2022). Opportunities and adoption challenges of AI in the construction industry: A PRISMA review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1), 45. <https://doi.org/10.3390/joitmc8010045>
- (15) Project Management Institute. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.). Project Management Institute.
- (16) AXELOS. (2015). *Portfolio, Programme and Project Management Maturity Model (P3M3)*. AXELOS Limited.
- (17) AXELOS. (2013). *Portfolio, Programme and Project Offices (P3O)*. TSO (The Stationery Office).
- (18) Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). Free Press.
- (19) Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533.
- (20) Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120.
- (21) Tornatzky, L. G., & Fleischer, M. (1990). *The Processes of Technological Innovation*. Lexington Books.